

« RÉALITÉ VIRTUELLE », UN PLONGEON DANS L'IMAGE ?

A L'OCCASION DE SON DIXIÈME ANNIVERSAIRE, LE FORUM DES NOUVELLES IMAGES DE MONTE CARLO, IMAGINA, TÉMOIGNE D'UNE VÉRITABLE RÉVOLUTION CONCEPTUELLE EN IMAGERIE. LES RÉALISATIONS DANS LE DOMAINE DES « ENVIRONNEMENTS VIRTUELS » CONSTITUENT L'UN DES THÈMES FORTS DE CETTE MANIFESTATION, QUI SE TIENT À LA FIN DU MOIS DE JANVIER.



Nées il y a une vingtaine d'années, les images de synthèse en trois dimensions (3D) ont été rendues célèbres par des films fantastiques comme *Tron* ou *Star Trek* et par les génériques de télévision. Malgré la révolution qu'elles ont engendrée dans de nombreux domaines, ces images sont restées, comme dit P. Quéau de l'Institut national de l'audiovisuel (INA), le plus souvent banalement « plates » (voir l'encadré). Transférée sur bande vidéo ou sur film 35 mm, la 3D perd son relief, ne conservant que les seuls effets de perspective. Et pourtant, à l'intérieur de l'ordinateur qui a permis de les calculer, ces images possèdent bien la troisième dimension. Les ingénieurs en CAO et surtout les pilotes entraînés sur les simulateurs de vol en connaissent les vertus. Domaine réservé des aviateurs, la simulation en 3D est maintenant devenue accessible à beaucoup d'autres secteurs.

Une nouvelle génération d'interfaces informatiques homme-machine appelées gants ou costumes de données, casques de visualisation, etc. nous donnent enfin la sensation de faire réellement partie de cette virtualité et d'interagir avec les images comme si elles étaient de véritables objets^(1,2). Plusieurs universités ou centres de recherche y travaillent, notamment aux États-Unis, comme à l'université de Caroline du Nord, à celle de Washington à Seattle (fig. 1), au MIT à Boston ou à la NASA. Mais aussi au Japon, à Tsukuba, en Grande-Bretagne, au Queen Mary College de Londres, ou en

France, notamment au Laboratoire d'informatique fondamentale et d'intelligence artificielle (LIFIA) de Grenoble. Au niveau industriel, la jeune société californienne VPL, par exemple, s'est propulsée depuis trois ans sur ce nouveau marché et commercialise ses produits par centaines, avec un large succès rencontré au Japon. En Grande-Bretagne, deux entreprises, Division et W Industries, se lancent à leur tour dans ce créneau.

ON EXPLORE L'IMAGE COMME SI ELLE ÉTAIT DEVENUE RÉALITÉ

Imaginé dans sa première version dès 1986 par J. Lanier, jeune dirigeant de VPL, le *Dataglove*, ou « gant de données », s'enfile comme un vrai gant. Il comporte, à sa surface, un capteur magnétique de position (de la société américaine Polhemus), et des capteurs électro-sensoriels. Le tout est relié par un faisceau de fibres optiques à un Macintosh (avec accélérateur à 33 MHz) qui gère un programme graphique en 3D. Ce programme, baptisé *Body Electric*, permet d'afficher sur écran une image tridimensionnelle de la main, paume et phalanges comprises. Le reflet virtuel de la main du manipulateur évolue ainsi dans un décor infographique en 3D : par exemple une chambre avec des meubles, un bureau, etc. Lorsque l'utilisateur bouge sa main revêtue du gant, l'image de cette main sur l'écran s'anime en même temps⁽²⁾.

Pour donner une impression encore plus proche de notre appréhension na-

Du visible à l'invisible,

Les images de synthèse, qui ne représentent plus une réalité visible mais sont construites à partir de modèles numériques, ont déjà fondamentalement bouleversé notre rapport à l'image et à la réalité⁽³⁾ (voir aussi « La synthèse des images » dans *La Recherche* de mai 1983). Celles présentées à Monte-Carlo, qui mêlent virtuel et réel, consacrent cette « révolution », et ouvrent des voies nouvelles pour la recherche scientifique comme pour la création artistique.

Face à cette mutation, trois attitudes sont possibles, écrivait il y a quelques années G. Scarpitta, essayiste et membre du comité de direction de la revue *Art Press*⁽⁴⁾ : « La tentation de la refuser en bloc [...] ; accepter, au nom du « progrès irréversible », la disparition de l'ancienne culture et son remplacement par la technoculture [...] ; ou enfin le refus de cette alternative et la volonté d'explorer les zones de coexistence et d'affrontement entre les deux cultures, de jouer le métissage [...] : c'est la voie postmoderne, celle de l'impureté ». La notion de métissage semble bien présente, voire centrale, dans la philosophie d'Imagina, où l'accent est mis sur les hyperimages ou « images hybrides », mélanges d'images traitées et d'images synthétiques.

En première mondiale, par exemple, le système EPSIS est particulièrement révélateur, riche d'applications, mais également source de questionnement éthique et philosophique. Issu de recherches menées par Matra, il permet tout simplement la substitution d'images en temps réel. En effet, au lieu de transmettre fidèlement les images d'un tournoi sportif se déroulant à Moscou ou à Mexico, par exemple, EPSIS permettra, en temps réel, de détecter les espaces publicitaires encadrant les stades, et de leur substituer d'autres banderoles ou des images de nature différente. Au-delà de la prouesse technique et des applications publicitaires éventuelles, c'est bien sûr le statut traditionnel et la crédibilité

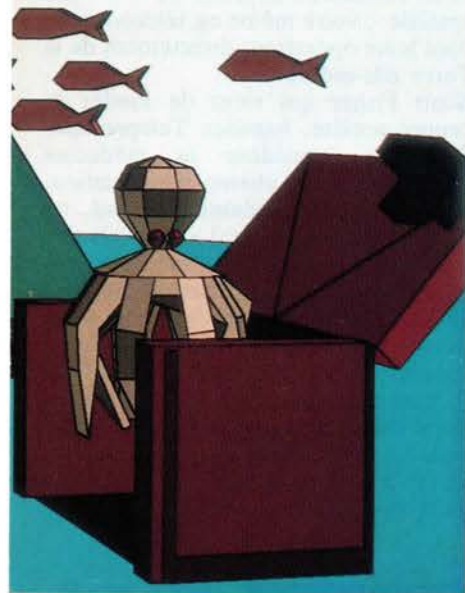


Figure 1. Tel un scaphandrier muni de ses équipements de plongée, ce promeneur du virtuel explore l'univers tridimensionnel des images de synthèse. L'expérimentateur porte une visière de visualisation en relief et son fauteuil est muni de commandes qui lui permettent de se déplacer dans les trois dimensions (il apparaît ici en incrustation à gauche du décor dans lequel il évolue). Ces interfaces homme/machine sont étudiées à l'université de Washington, à Seattle, dans le nouveau laboratoire animé par Tom Furness, le Human interface technology laboratory (HITL). (Cliché H.S. Center for Educational Resources, Univ. de Washington)

turelle de l'espace, ont été conçus des casques ou visières, comme le *Eye-Phone* réalisé par VPL, ou le *Head Mounted Display* (HMD) mis au point à l'Université de Chapel Hill en Caroline du Nord, etc., que le manipulateur enfile comme un masque de plongée. Il s'agit d'une visière munie de deux écrans à cristaux liquides (un pour chaque œil) qui affichent en relief l'image de la scène virtuelle. Un capteur magnétique fixé sur la visière permet de situer, comme pour le gant, la position et l'orientation du visage dans

l'espace. Le *EyePhone* de VPL est relié au Macintosh de la même manière que le *Dataglove* avec deux stations Power Series de Silicon Graphics pour effectuer le calcul et l'affichage en temps réel des images 3D. Mais le plus surprenant est que, grâce au capteur magnétique, le décor virtuel reste fixe, et seul le cadre de l'image bouge en tenant compte des mouvements de la tête. Devenu « scaphandrier » du virtuel, le manipulateur évolue dans cet environnement de synthèse comme s'il en faisait lui-même partie. Le *Datasuit*, ou costume de données, également proposé par VPL, est une combinaison entièrement recouverte de capteurs qui permet de plonger littéralement le corps humain dans la « piscine » virtuelle des images 3D. En complément du *EyePhone*, une nouvelle interface nommée *Audiosphere*, également fabriquée par VPL, rajoute la dimension sonore : un signal particulier indique ainsi au porteur du *EyePhone* qu'il s'approche d'un objet ou encore qu'il le touche avec la main. En pointant du doigt, l'explorateur peut avancer dans le décor ou actionner une fonction réa-

et vice-versa

de l'image qui se voient là bouleversés. On pense alors aux images hybrides évoquées par le biologiste J. Ninio⁽⁵⁾ pour qualifier des « images fugaces », construites par le cerveau pendant le rêve ou en période d'éveil. Au cours du rêve, dit-il par exemple, « il nous arrive d'implanter des personnages dans un décor et de nous demander comment ils ont fait pour s'y introduire ». Aujourd'hui, les technologies d'infographie offrent d'une certaine manière la possibilité de reproduire ce don naturel du cerveau, celui de falsifier ou de recomposer/réinventer la réalité. Non seulement on transforme l'image, mais on y incruste à loisir toute autre représentation, sans que l'œil soit en mesure de repérer la méprise. Cet exemple n'est pas le seul à réaliser un tel métissage.

« Alors que le domaine du traitement d'images et celui de la synthèse étaient jusqu'ici très séparés, explique P. Quéau, créateur et responsable d'Imagina depuis dix ans, de plus en plus d'applications créent des passerelles entre ces deux mondes ». Cette évolution concerne un grand nombre de secteurs scientifiques. Ainsi, le bras manipulateur du nom d'HERA, conçu par l'Agence spatiale européenne (ESA). La manipulation du bras robotisé, destiné à équiper la navette spatiale européenne, passera par une « médiatisation » complète : les images 3D qui défilent devant les yeux de l'astronaute commandant le bras seront la composition d'images (2D), celles délivrées par des caméras placées en différents points du bras, et de modèles restituant la troisième dimension sur la base d'autres informations (de volume, de distance, etc.). L'image finale est alors mi-représentation du visible, mi-image synthétique.

Dans un tout autre domaine, le professeur Meyer-Ebrecht, d'Aix-La-Chapelle, présente un système de « navigation cognitive » qui permet de coupler, pendant l'opération, les images de la réalité (ce que voit le chirurgien)

avec des images scanner traitées, recomposées à partir d'informations prélevées sur le cerveau de l'opéré, et restituées pendant l'opération en temps réel.

Mais le mélange entre virtuel, modèle et réel est peut-être encore plus troublant et poussé à son paroxysme, avec le développement de ce que l'on nomme aujourd'hui les « environnements virtuels » : le sujet regardant l'image se voit évoluer lui-même dans l'image (voir l'article ci-contre de J. Segura).

Quant au domaine artistique, des dispositifs de

installé dans un fauteuil soumis à des effets de rotation, d'accélération, etc., ces mouvements étant parfaitement synchronisés avec les images (voir la photo).

« On assiste en fait à l'apparition d'un nouveau média de représentation, souligne P. Quéau, le corps se trouvant totalement incorporé dans l'image ». Entrons-nous dans une ère de purs « simulacres et simulation »⁽⁶⁾ ? Pour P. Quéau, la question ne réside pas dans une quelconque compétition entre simulé et réel. La simulation, dont il fait l'éloge⁽⁷⁾ engendre un monde nouveau, créé



représentation spectaculaire apparaissent, qui placent le spectateur dans des situations inédites. Ainsi celui des studios Universal, dont l'objectif, en adaptant au spectacle des techniques de simulation de vol, est de transmettre au spectateur des sensations physiques : le spectateur regardant *The Fantastic world of Hanna-Barbera*, une séquence infographique d'animation réalisée par les sociétés américaines De Graph/Warhman et Rhythm & Hues, est

avec du symbolique, « avec du langage »^(7,8), et ce sont les allers et retours entre le symbolique et le réel qui permettent d'être créatif. Quant au débat éthique, s'il devait avoir lieu, sur les effets pervers de manipulation que certaines techniques pourraient induire, sa pertinence dépendra de la capacité de chacun à échapper à toute vision manichéenne de la technique.

Dominique Chouchan

(1) « Computers graphics 90 » conference proceedings, Blenheim on Line, 1990.
(2) Siggraph'90 conference proceedings, Computers graphics 24(4), Addison Wesley/ACM Siggraph, 1990.
(3) Textes du colloque : « 1984 » et les présents de l'univers informationnel, Centre de création industrielle/ Centre Georges Pompidou, 1985.

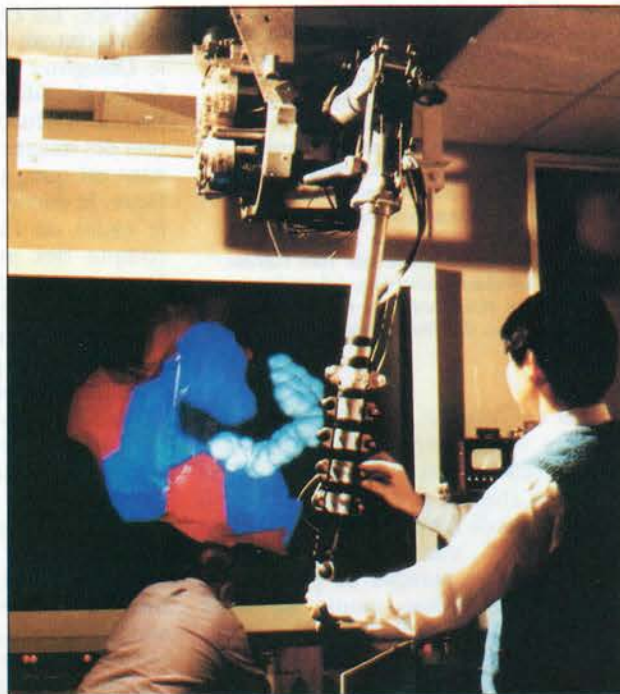
(4) G. Scarpetta, *L'Impureté*, Grasset, 1985.
(5) J. Ninio, *L'empreinte des sens*, Odile Jacob, 1989.

(6) J. Baudrillard, *Simulacres et simulation*, Galilée, 1985.

(7) P. Quéau, *Éloge de la simulation. De la vie des langages à la synthèse d'images*, Champ Vallon/INA, 1986.

(8) P. Quéau, « Du langage à l'image », *Le Courrier du CNRS*, 66-67-68, 1987.

Figure 2. Pour tester la réactivité de certaines molécules, les chercheurs de l'université de Caroline du Nord ont mis au point le système Grope III, un dispositif qui associe l'image de synthèse à un bras robotisé « à retour d'efforts ». Le bras sert à déterminer les forces s'exerçant entre les molécules visualisées sur l'écran. La position de la poignée permet, par l'intermédiaire de l'ordinateur auquel elle est reliée, de contrôler la position et l'orientation d'une substance active (en blanc), tandis qu'un programme calcule le courant électrique qui doit être envoyé sur des moteurs de contrôle, pour que l'expérimentateur tenant la poignée ressente les forces agissant sur cette substance. (Cliché Université de Caroline du Nord)



liste, comme d'allumer une lampe, se saisir d'un objet et le lancer, ouvrir une porte, etc.

En outre, par une certaine gestuelle de type langage pour sourds-muets, le manipulateur peut faire apparaître des menus déroulants, des fenêtres, cliquer dans ces menus, etc., travaillant ainsi dans un véritable espace de données comme sur son ordinateur. Il peut changer complètement de décor, ou bien, par le jeu du fenêtrage, superposer plusieurs environnements. On peut par exemple « sortir » d'une « chambre » et se retrouver instantanément dans un autre espace simulé : laboratoire, atelier, ou un bloc opératoire.

On mesure ainsi toutes les applications potentielles de ces systèmes virtuels interactifs dans les domaines industriels, scientifiques et bien entendu militaires. Mais les acquéreurs des produits VPL restent encore très discrets sur l'usage qu'ils en font. Seuls certains chercheurs et universitaires acceptent de faire écho de leurs travaux.

Ceux menés au Centre de recherche du comportement humain de la NASA (Ames Research Center de Moffet Field) en Californie sont parmi les plus anciens et les plus renommés. Scott Fisher et son équipe ont développé depuis six ans le système VIEW (Virtual Interface Environment Workstation) qui permet de se transporter virtuellement à distance en utilisant un robot « androïde » comme intermédiaire via une liaison de télécommunication (par câble ou hertzienne). C'est la notion de téléprésence. Équipé d'une visière, l'opérateur humain peut voir ce que

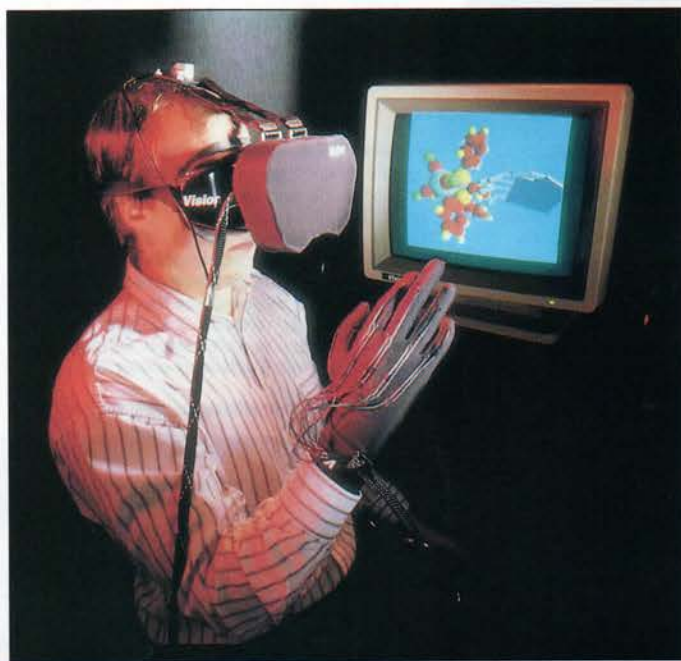


Figure 3. Sur cette image, les deux interfaces de base, en réalité virtuelle. Avec le Dataglove relié à un système informatique, le chercheur ou l'ingénieur manipule des objets images. Une réplique de synthèse de sa propre main manipule en temps réel sur écran un modèle de molécule en 3D. Sur sa visière EyePhone connectée à la même architecture, l'expérimentateur a une vision stéréoscopique du décor de synthèse, dont il a alors le sentiment de faire partie lui aussi. (Cliché Division)

voit le robot, qui lui-même porte à l'emplacement des « yeux » deux petites caméras. En cas d'obscurité ou d'opacité du milieu, l'homme peut également se repérer grâce à un modèle en image de synthèse, qui représente le site où se trouve le robot. Le robot reproduit alors tout ce que fait le manipulateur humain qui envoie ses ordres par l'intermédiaire du ou des gants de données. L'un des buts du système VIEW est de pouvoir intervenir ou travailler en milieu hostile, par exemple au cœur d'une centrale nucléaire, au fond des mers, à l'extérieur d'une navette ou d'une station spatiale, voire

même sur la Lune ou sur Mars... sans avoir à faire prendre de risques à des opérateurs humains. Par exemple, les techniciens de l'espace pourront travailler à distance et les scientifiques faire leurs observations en toute sécurité en restant à l'intérieur de la station spatiale ; voire même en télécommandant leurs opérations directement de la Terre elle-même.

Scott Fisher qui vient de fonder sa propre société, baptisée Telepresence Research, considère la médecine comme un autre champ d'application. A l'instar des simulateurs de vol, un « simulateur chirurgical » sera à la disposition d'étudiants en médecine. A l'aide de visières, ils pourront préparer et répéter des opérations sur un « cadavre électronique » et voir s'afficher simultanément un certain nombre d'informations essentielles concernant les appareils de contrôle (respirateur artificiel, ...) et les radiographies du patient. Ils pourront également voir par les yeux-mêmes de leur chirurgien forma-

teur comment il procède dans son intervention.

L'université de Caroline du Nord, où de multiples recherches sont menées sous la direction de Frederick Brooks, est un autre haut lieu de la réalité virtuelle. Le Head Mounted Display (HMD), comparable au EyePhone de VPL, est notamment utilisé dans le programme Walkthrough. A l'aide d'un « tapis roulant » interfacé avec l'ordinateur, un « promeneur du virtuel » peut découvrir l'intérieur d'un bâtiment non encore construit : descendre un escalier, circuler dans un hall, allumer un corridor, etc. Au Japon, Mat-

sushita Electric Works utilise les interfaces de VPL pour une application commerciale comparable : revêtus de *Eyephones*, les clients visitent des cuisines virtuelles avant de faire leur choix.

SOMMES-NOUS À L'AUBE D'UNE NOUVELLE RÉVOLUTION DE L'IMAGE ?

Les chercheurs de l'université de Caroline du Nord ont également mis au point un simulateur de réactions chimiques interactif, dans le cadre du projet Grope III, qui est d'ailleurs présenté à Imagina. Ce système comprend un bras de robot à 6 degrés de liberté connecté à une architecture informatique à base de stations de travail (Sun 4, Evans et Sutherland PS 330). Les molécules étudiées sont d'abord modélisées par un logiciel d'infographie puis visualisées en relief à l'aide d'un dispositif stéréoscopique Tektronix. Le robot possède à son extrémité libre une poignée manipulée par l'opérateur-chimiste. Connecté à la station graphique, le bras est asservi au même programme de modélisation qui intègre des paramètres comme la forme tridimensionnelle des molécules, leurs niveaux d'énergie, les forces électrostatiques, etc. Les moteurs du robot ont été réglés pour offrir des résistances, interprétables par le chimiste (fig. 2) : c'est le principe du retour d'effort. Face à l'écran et tenant le bras du robot d'une main, l'expérimentateur a ainsi la sensation de manipuler directement ses modèles moléculaires. Il procède alors aux assemblages possibles en fonction des énergies mises en jeu.

Un système à retour d'effort plus particulièrement dédié aux mouvements de la main, le Compact Master Manipulator (CMM), a également été mis au point au Japon par Hiroo Iwata à l'Institute of Engineering Mechanics de l'université de Tsukuba. Ce système est constitué par un ensemble d'axes articulés asservis à des petits moteurs, le tout relié à une station Stardent Titan. La main de l'homme épouse parfaitement cette prothèse robotisée et peut se mouvoir avec neuf degrés de liberté. Devant ce marché encore tout neuf, le succès de VPL et l'apparition récente de développeurs au Japon ou, plus près de nous, en Grande-Bretagne avec Division ou W Industries (fig. 3), les possibilités de la réalité virtuelle apparaissent considérables. Il y a vingt ans l'apparition de l'infographie allait bouleverser bien des domaines : sciences, industries, défense. Avec la réalité virtuelle ne sommes-nous pas à l'aube d'une révolution de l'image encore plus étonnante ?

JEAN SEGURA

FONDATION FYSSSEN

194, RUE DE RIVOLI - 75001 PARIS

TEL. 42.97.53.16

La FONDATION FYSSSEN a pour objectif général « de promouvoir sous toutes ses formes l'analyse scientifique des mécanismes logiques du comportement animal et humain ainsi que leur développement ontogénétique et phylogénétique ».

Dans ce but, la Fondation soutient la recherche dans des domaines qui correspondent à ses objectifs tels que l'éthologie, la paléontologie, l'archéologie, l'anthropologie, la psychologie, l'épistémologie, la logique et les sciences du système nerveux.

BOURSES D'ETUDES

La Fondation attribuera un certain nombre de bourses d'études. Ces bourses doivent permettre la formation et le soutien de chercheurs travaillant dans des domaines de recherche qui répondent aux objectifs de la Fondation. La Fondation souhaiterait soutenir plus particulièrement les recherches dans les domaines tels que :

ETHOLOGIE ET PSYCHOLOGIE : La nature et le développement des processus cognitifs chez l'homme et chez les animaux.

NEUROBIOLOGIE : Les études portant sur les bases neurobiologiques des processus cognitifs et de leur développement embryonnaire et post-natal ainsi que les mécanismes élémentaires qu'ils engagent.

ANTHROPOLOGIE-ETHNOLOGIE : L'étude :

- a) des systèmes de représentations des environnements naturels et des cultures. Analyse des principes de construction et des mécanismes de transmission de ces systèmes en mettant en évidence leurs aspects cognitifs.
- b) des systèmes techniques développés dans les diverses formes d'organisation sociale et analysés sous tous leurs aspects (savoirs, savoir-faire, mécanismes de transmission).

PALEONTOLOGIE HUMAINE : L'origine et l'évolution du cerveau humain et de ses productions.

Ces bourses seront réservées à des chercheurs français désirant se rendre dans des laboratoires étrangers et à des chercheurs étrangers venant travailler dans des laboratoires français. Elles s'adressent au premier chef aux jeunes chercheurs et sont normalement d'une durée maximale de un an ; elles peuvent éventuellement être renouvelées sans que leur durée puisse excéder trois ans.

Les demandes de bourses doivent être établies suivant un formulaire à demander à la Fondation et qui comportera notamment :

- le curriculum vitae,
- la liste des publications du candidat,
- La lettre de deux personnalités scientifiques le connaissant et susceptibles de porter une appréciation sur ses travaux,
- l'acceptation écrite du laboratoire d'accueil.

Les dossiers complets devront être adressés en 15 exemplaires au Secrétariat de la Fondation.

BOURSES : Date limite impérative de réception des dossiers : 31 MARS 1991.

PRIX INTERNATIONAL

Un Prix International de 150 000 F sera attribué à un chercheur qui se sera distingué par une activité de recherche fondamentale qui correspond, directement ou indirectement, à l'objectif de la Fondation. Il a été décerné à MM. les Professeurs A. LEROI-GOURHAN (1980), W.H. THORPE (1981), V.B. MOUNTCASTLE (1982), H. C. CONKLIN (1983), R. W. BROWN (1984), P. BUSER (1985), D. PILBEAM (1986), D. PREMACK (1987), J.C. GARDIN (1988), Mme. P. GOLDMAN-RAKIC (1989) et J. GOODY (1990).

Discipline considérée pour le Prix 1991 : **PSYCHOLOGIE COGNITIVE.**

Les propositions de candidature doivent comporter :

- le curriculum vitae,
 - la liste des publications du candidat,
 - un résumé (quatre pages maximum) du travail de recherche qui justifie l'attribution du Prix.
- On ne peut se porter directement candidat.**

Les candidatures au **PRIX DE LA FONDATION FYSSSEN** doivent être adressées en 15 exemplaires au Secrétariat de la Fondation.

PRIX : Date limite de réception des propositions de candidature : 1^{er} SEPTEMBRE 1991.

SERVICE LECTEUR N° 28